

03.09.98

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1997年10月31日

REC'D 27 OCT 1998

WIPO PCT

出 願 番 号
Application Number:

平成 9年特許願第300348号

出 願 人
Applicant (s):

大阪瓦斯株式会社

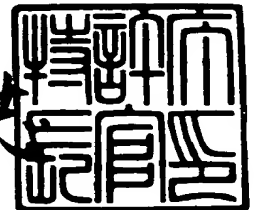
09/508024

PRIORITY DOCUMENT

1998年10月 9日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

伊佐山 建志



出証番号 出証特平10-3080377

【書類名】 特許願

【整理番号】 T097167200

【提出日】 平成 9年10月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 29/24

【発明の名称】 フォーカス型縦波超音波探触子

【請求項の数】 3

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内

 【氏名】 北岡 利道

【特許出願人】

 【識別番号】 000000284

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

 【氏名又は名称】 大阪瓦斯株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100080975

 【住所又は居所】 大阪府大阪市北区豊崎5丁目8番1号

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 北村 修

 【電話番号】 06-374-1221

【選任した代理人】

 【識別番号】 100107308

 【住所又は居所】 大阪府大阪市北区豊崎5丁目8番1号

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 北村 修一郎

 【電話番号】 06-374-1221

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 004673

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704589

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 フォーカス型縦波超音波探触子

【特許請求の範囲】

【請求項1】 湾曲状圧電素子と、前記湾曲状圧電素子の凹面に密着した第1マッチング材と、前記第1マッチング材と密着可能な面と被検査物表面に適応した面とを有する第2マッチング材とを備え、前記第2マッチング材の音響インピーダンスは前記第1マッチング材の音響インピーダンスと等しいとともに、前記第2マッチング材の長さは前記湾曲状圧電素子から発射された縦波超音波が被検査物の所定検査ポイントで焦点を結ぶように設定されていることを特徴とするフォーカス型縦波超音波探触子。

【請求項2】 前記第2マッチング材は第1マッチング材に対して脱着自在であることを特徴とする請求項1記載に記載のフォーカス型縦波超音波探触子。

【請求項3】 前記第1マッチング材と前記第2マッチング材はポリオレフィン樹脂によって作られていることを特徴とする請求項1又は2に記載のフォーカス型縦波超音波探触子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被検査物に超音波を送信し、欠陥等から反射してくるエコーを評価することにより非破壊検査を行う超音波探傷に用いられるフォーカス型縦波超音波探触子に関する。

【0002】

【従来の技術】

フォーカス型探触子から送信された超音波ビームはそのフォーカス領域においてビーム径が小さくなるため、分解能に優れた探傷を行うことができる。このため、欠陥の発生領域に欠陥ではない反射源が存在するようなケースでも、被検査物の表面をフォーカス型探触子で正確に走査すれば、その小さなビーム径により予め位置が分かっている反射源と欠陥とを区別することが可能である。

【0003】

フォーカス型超音波探触子には、超音波振動子としての圧電素子の湾曲形状として（多数の圧電素子片湾曲状に並べて湾曲圧電素子を形成してもよい）超音波ビームを集束させて予め決められた伝播距離にフォーカスを合わせる固定フォーカスタイプと、走査方向に複数個配列されている各圧電素子を少しずつ遅延させて発振させることによって超音波ビームに指向性をもたせて全体で合成される超音波ビームを所望の伝播距離にフォーカスを合わせる電子フォーカスタイプとがある。電子フォーカスタイプは制御回路が複雑であり、探触子そのものも非常に精密なもので慎重に扱わなければならないことから医療現場での超音波診断装置に主に使用されており、材料検査などでは固定フォーカスタイプが使用されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、固定フォーカスタイプの探触子は圧電素子の湾曲形状によって決定される固定フォーカス距離となっているので、高分解能の鮮明なエコーを得ることのできる範囲は限定される。このため、材料表面からの探傷領域までの距離毎に、フォーカス型探触子を用意しなければならないし、被検査物の表面が管材のような曲面である場合探触子と被検査物の良好な接触状態を確保するためにはその表面曲率に合わせた接触面を形成したフォーカス型探触子を用意しなければならない。後者の問題は、超音波横波を用いる斜角探触子では、被検査物の各表面形状に合わせて加工された接触面をもつ薄いシューをはかせることで解決できるが、縦波を用いる縦波探触子では、シューからの反射波が直接圧電素子に戻ることによって欠陥エコー評価を妨害するので、被検査物の表面形状の問題をシューにより解決することは困難である。このため、異なる種類の管材を検査するためには、かなりの数のフォーカス型探触子が必要となり、検査コストを引き上げる要因となっている。

本発明の目的は、固定フォーカスタイプで被検査物の表面形状に接触面の形状を合わせなければならない用途においても検査コストの上昇を抑制する固定フォーカスタイプのフォーカス型縦波超音波探触子を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明によるフォーカス型縦波超音波探触子では、湾曲状圧電素子と、前記湾曲状圧電素子の凹面に密着した第1マッチング材と、前記第1マッチング材と密着可能な面と被検査物表面に適応した面とを有する第2マッチング材とを備え、前記第2マッチング材の音響インピーダンスは前記第1マッチング材の音響インピーダンスとに等しいとともに、前記第2マッチング材の長さは前記湾曲状圧電素子から発射された縦波超音波が被検査物の所定検査ポイントで焦点を結ぶように設定されていることを特徴としている。

【0006】

湾曲状圧電素子と被検査物との間をつなぐ部材を第1マッチング材と第2マッチング材との2つで構成しており、被検査物内で形成されるフォーカスポイントを第2マッチング材の長さにより調整するとともに、第1マッチング材と第2マッチング材の音響インピーダンスを類似させることにより第1マッチング材と第2マッチング材との境界層から生じるエコーを抑えている。ここで第1マッチング材と第2マッチング材の音響インピーダンスが等しいという記載には、互いの境界層から生じるエコーが欠陥エコーの評価に影響を与えない程度しか生じさせない範囲の相違も含まれるべきであり、両者の音響インピーダンスが超音波探傷に関して実質的に同一であることが重要である。このような第1マッチング材と第2マッチング材との採用により、本発明のフォーカス型縦波超音波探触子では、種々の被検査物が検査対象となっても、各検査対象ごとに第2マッチング材だけが異なる探触子を用意するだけでよく、従来に比べ、検査コストを抑制することができる。

【0007】

本発明の好適な実施形態として、第2マッチング材を第1マッチング材に対して脱着自在にするならば、各検査対象に適合するように作られた複数の第2マッチング材から最適なものを選択して、湾曲状圧電素子と第1マッチング材からなる唯一のサブアセンブリに取り付けるだけで、最適なフォーカス型縦波超音波探触子が組み上がるので、従来に比べ、検査コストを劇的に抑制することができる。

【0008】

本発明のフォーカス型縦波超音波探触子を用いた重要な検査は、ポリオレフィン樹脂管EF（熱融着）継手融着部の超音波検査であり、この検査では軸方向に螺旋状に巻かれた融着用ワイヤーを継手内部に備えた融着継手の継手内周面と、この融着継手に融着される管の管外周面との間に形成される融着状態を、ワイヤーの隙間を通り抜けるように超音波ビームを伝播させて検査しなければならないのである。もちろん、管の種類に応じて、探触子を接触させる面の曲面形状やワイヤーまでの深さは異なるのである。このような検査のための本発明の好適実施形態では、第1マッチング材と第2マッチング材はポリオレフィン樹脂によって作られており、これにより、第2マッチング材と間の境界面においても、反射が少なく、十分な超音波エネルギーを被検査物に入射することができるとともに、境界エコーによる妨害も無視できるようになる。なお、ポリオレフィン樹脂の代表としては、ポリエチレンもしくは架橋ポリエチレンを挙げることができ、ポリブテンの場合もある。

本発明によるその他の特徴及び利点は、以下図面を用いた実施例の説明により明らかになるだろう。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施の形態を図1と図2を用いて説明する。ここでは、フォーカス型縦波超音波探触子1は、2本のポリエチレン管2を突き合わせ接合するポリエチレン管EF継手3の接合状態の超音波検査に用いられている。ポリエチレンはポリオレフィン樹脂に含まれる1つの物質としてここで採用されている。このポリエチレン管EF継手3は、突き合わされたポリエチレン管2に外嵌した状態で、内壁部に軸方向に螺旋状に巻かれた融着用ワイヤー4に給電して加熱することによりその周辺部を溶かすことにより、ポリエチレン管EF継手3の内壁面3bとポリエチレン管2の外壁面2aを融着させて、強固な密封接続を実現するものである。この融着作業において、例えば砂などがポリエチレン管EF継手3の内壁面3bとポリエチレン管2の外壁面2aとの間に入り込んでいたりしていると、未融着部5が生じる。このような未融着部5を探すために、図3に示すよう

に、ポリエチレン管E F継手3の外壁面3 aからフォーカス型縦波超音波探触子1を用いて走査するのである。

【0010】

図2から明らかなように、融着用ワイヤー4は管軸方向に螺旋状に巻かれているので、この融着用ワイヤー4からのエコーが未融着部5からのエコーの検出を邪魔しないように、その音軸中心線が融着用ワイヤー4の隙間を通る超音波ビームで融着領域を検査することが重要である。つまり、高分解能をもった超音波ビームで検査する必要がある、そのためにフォーカス型縦波超音波探触子1は融着用ワイヤー4から融着領域の間にフォーカスを合っていないなければならない。

このフォーカス型縦波超音波探触子1は、メインボディ10と、このメインボディ10に選択的に取り替え可能に連結されるサブボディ20とから構成されている。メインボディ10は、ダンパー材13によって裏打ちされた湾曲状圧電素子11と、圧電素子11の前面、つまり凹曲面に密着されている第1マッチング材12と、これらの一体物を内装しているカップ状の本体ケース14を備えている。圧電素子11は、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛、ニオブ酸鉛、ニオブ酸リチウムなどの圧電性酸化物をお椀状に焼結生成したものであり、その両面にここでは図示されていない薄膜電極が形成されており、この電極は電線15を介して本体ケース14に設けられたコネクタ16に接続されている。このコネクタ16が、高周波ケーブルを介して、高周波発振器、増幅器、信号評価部、モニターなどを備えた超音波探傷器のコネクタに接続されることにより、フォーカス型縦波超音波探触子1は超音波探傷の超音波発信部及び受信部として機能する。第1マッチング材12は、ここでは被検査物と同じ材料であるポリエチレンから作られており、圧電素子11とは反対側の面は精密に平坦に仕上げられており、本体ケース14の端面からわずかに突出させている。

【0011】

サブボディ20は、第2マッチング材21とこの第2マッチング材21を外嵌しているサブケース22とを備えている。第2マッチング材21も第1マッチング材12と同じポリエチレンから作られており、第1マッチング材12と密着する面は平坦に精密仕上げされており、他方の面は走査面であるポリエチレン管E

F継手3の外壁面3aにぴったりと合うように凹面に加工されている。サブケース22の内壁面に設けられた雌ねじ部22aは本体ケース14の外壁面に設けられた雄ねじ部14aに螺合することにより、本体ケース14とサブケース22は一体化され、第1マッチング材12と第2マッチング材21の突き合わせ接触するが、その際互いの接触面にグリセリンなどのカップリング剤を塗布しておくことで、超音波音響学的な密着を確保する。

【0012】

本体ケース14にサブケース22を組み付けることにより、フォーカス型縦波超音波探触子1の完成品となるが、そのフォーカス距離はサブボディ20の第2マッチング材21の長さを選択することによって所望のものにすることができる。つまり、図1から明らかなように、第1マッチング材12の軸方向長さ：L1は一定であり、第2マッチング材21の軸方向長さ：L2は選択するサブボディ20によって異なり、圧電素子11のフォーカス距離：Lは曲面形状から決定されるので、適切な第2マッチング材21の長さ：L2を有するサブボディ20を選択することにより、ポリエチレン管EF継手3の融着部領域にフォーカス点をもてることができる。サブボディ20の選択の際には、第2マッチング材21の被検査物側の面の形状がポリエチレン管EF継手3の外壁面3aに適合したものを選択することも重要であり、これにより第2マッチング材21と外壁面3aとの間にカップリング剤6を薄く介在させるだけで、良好な密着性が得られる。図4には、短いサブボディ20を装着したフォーカス型縦波超音波探触子1が示されている。

上記説明から明らかなように、本発明によるフォーカス型縦波超音波探触子1では、第1マッチング材12と第2マッチング材21が、フォーカス距離のマッチングのために機能しているとともに、互いの境界から欠陥判定の障害となるような境界エコーが生じないようにそれらの音響インピーダンスもマッチングをとっていることが重要である。

【0013】

もちろん、フォーカス距離の選択が必要でないユーザに対しては、メインボディ10とサブボディ20を製造時に一体化してしまってもよい。この場合でも、

半完成品としてメインボディ10とサブボディ20を準備することで、製造コストの削減に貢献できる。

【0014】

なお、これまでの実施の形態の説明では、第1マッチング材12と第2マッチング材21と被検査物が同じ材料、つまり等しい音響インピーダンスを持つように構成されていたが、第1マッチング材12と第2マッチング材21の音響インピーダンスのマッチングさえとれば、これらのマッチング材12と21は被検査物と異なる材料で作ってもよい。その場合、第2マッチング材21と被検査物との境界から境界エコーが生じるので、その境界エコーが欠陥検出の邪魔になる位置にこないように、第2マッチング材21の長さの選択の際に考慮すればよい。

【0015】

超音波振動子としての圧電素子11は、圧電材料の焼結による一体成型品でもよいし、多数の圧電素子片を湾曲状に並べて構成したものでもよい。圧電素子11の材料も上述した以外、公知の種々の圧電材料を使用することができる。

【0016】

これまでの実施の形態の説明では、圧電素子11は球面状の湾曲体形状を備えており、いわゆるポイントフォーカスタイプであったが、これに代えて、円柱周面状の湾曲体形状を備えることでラインフォーカスタイプとすることも本発明の枠内に入るものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 ポリエチレン管EF継手の接合状態の超音波検査における本発明によるフォーカス型縦波超音波探触子の一実施形態を示すポリエチレン管軸方向の断面図

【図2】 図1によるフォーカス型縦波超音波探触子の一実施形態を示すポリエチレン管周方向の断面図

【図3】 図1によるフォーカス型縦波超音波探触子を用いたポリエチレン管EF継手の接合状態の超音波検査の様子を示す説明図

【図4】 短いサブボディを装着したフォーカス型縦波超音波探触子の一実

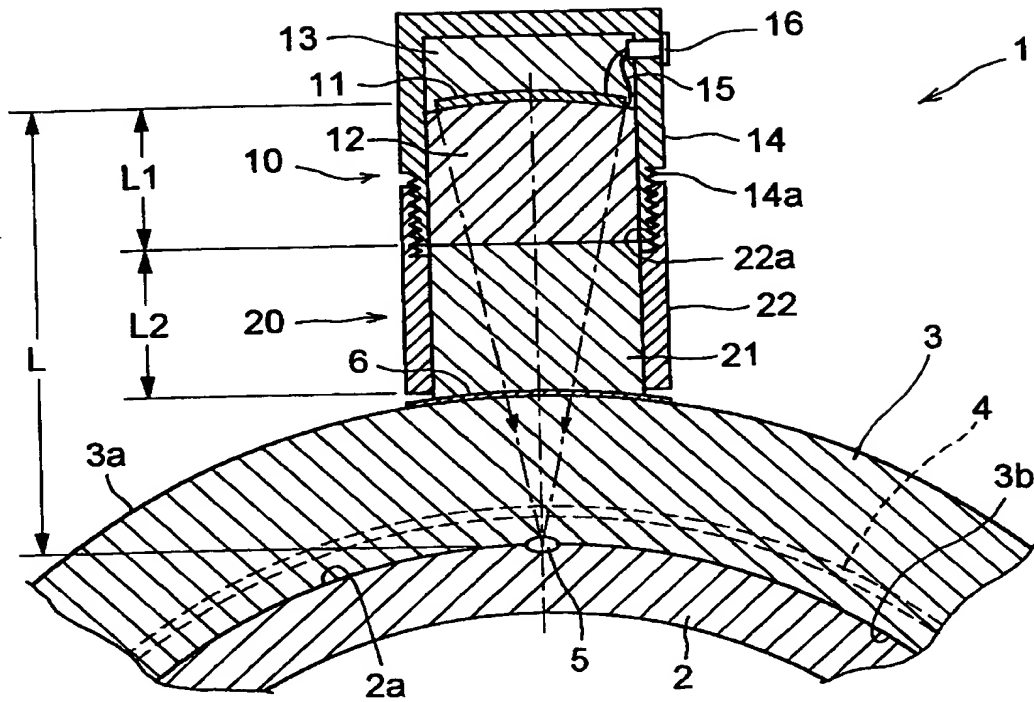
施形態を示すポリエチレン管軸方向の断面図

【符号の説明】

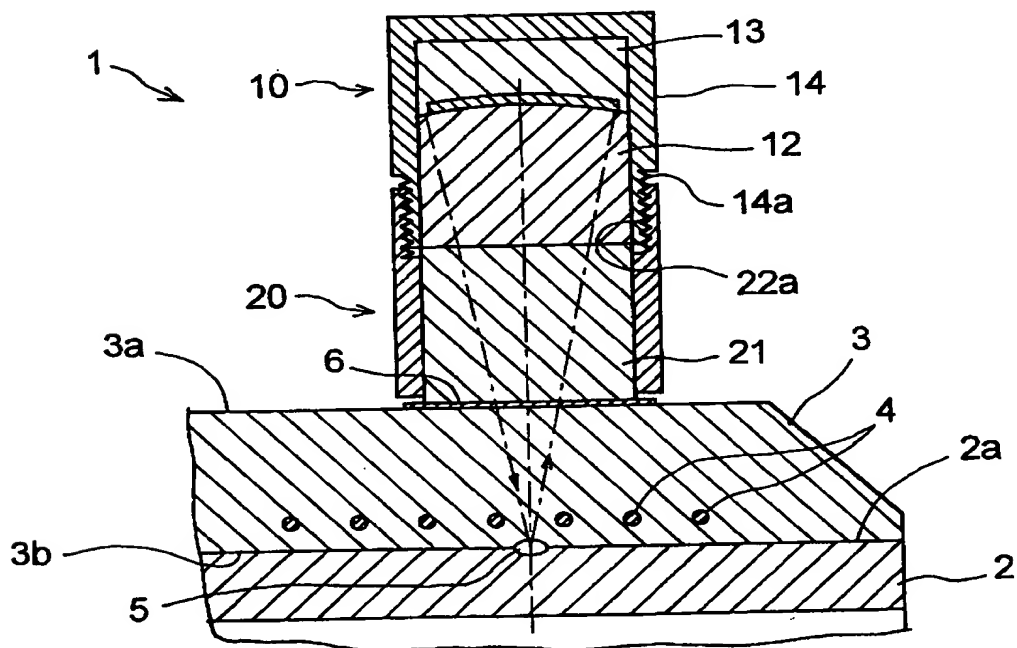
- 1 フォーカス型縦波超音波探触子
- 1 0 メインボディ
- 1 1 湾曲状圧電素子
- 1 2 第1 マッチング材
- 1 3 ダンパー材
- 1 4 本体ケース
- 2 0 サブボディ
- 2 1 第2 マッチング材
- 2 2 サブケース

【書類名】 図面

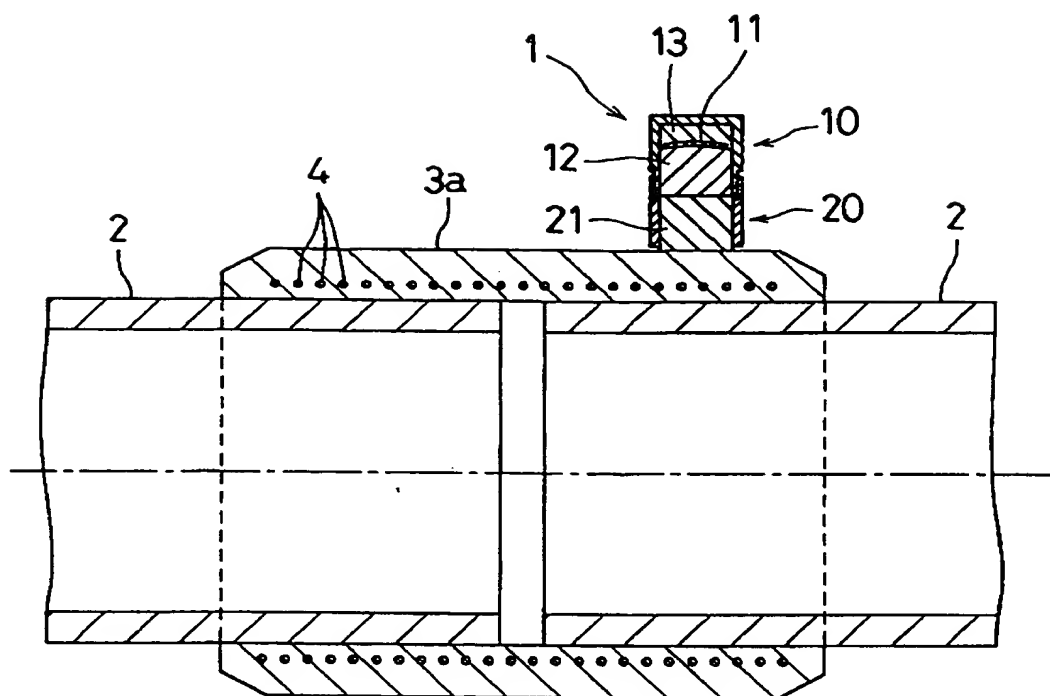
【図1】



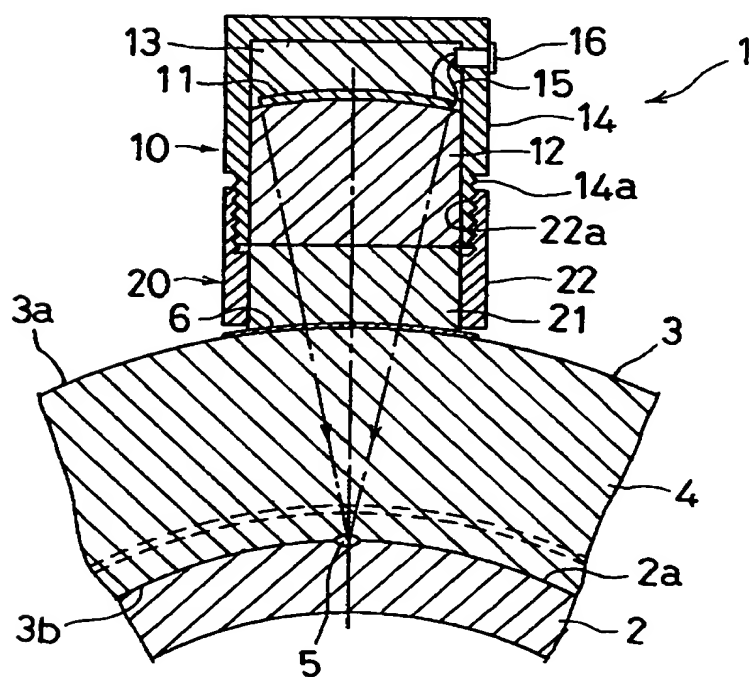
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 固定フォーカスタイプで被検査物の表面形状に接触面の形状を合わせなければならない用途においても検査コストの上昇を抑制する固定フォーカスタイプのフォーカス型縦波超音波探触子(1)を提供することである。

【解決手段】 湾曲状圧電素子(11)と、この圧電素子に密着した第1マッチング材(12)と密着可能な面と被検査物表面に適応した面とを有する第2マッチング材(21)とを備え、第2マッチング材と第1マッチング材の音響インピーダンスは類似するとともに、第2マッチング材の長さは湾曲状圧電素子から発射された縦波超音波が被検査物の所定検査ポイントで焦点を結ぶように設定されている。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】
【識別番号】 000000284
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
【氏名又は名称】 大阪瓦斯株式会社
【代理人】 申請人
【識別番号】 100080975
【住所又は居所】 大阪府大阪市北区豊崎5丁目8番1号 北村修国際
特許事務所
【氏名又は名称】 北村 修
【選任した代理人】
【識別番号】 100107308
【住所又は居所】 大阪府大阪市北区豊崎5丁目8番1号
【氏名又は名称】 北村 修一郎

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000284]

1. 変更年月日 1990年 8月 8日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
氏 名 大阪瓦斯株式会社